

Rec'd PCT/PTO 20 SEP 2005  
PCT/JPI 2004/003823

REC'D 13 APR 2004

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

PCT

22. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年10月20日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-359179  
[ST. 10/C]: [JP2003-359179]

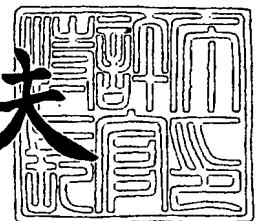
出 願 人  
Applicant(s): THK株式会社

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004年 1月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3003774

【書類名】 特許願  
【整理番号】 H15-073  
【提出日】 平成15年10月20日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02K 41/03  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区西五反田3丁目11番6号、THK株式会社内  
    【氏名】 寺町 彰博  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区西五反田3丁目11番6号、THK株式会社内  
    【氏名】 浅生 利之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区西五反田3丁目11番6号、THK株式会社内  
    【氏名】 田中 嘉信  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区西五反田3丁目11番6号、THK株式会社内  
    【氏名】 兼重 宙  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区西五反田3丁目11番6号、THK株式会社内  
    【氏名】 徐 遠軍  
【特許出願人】  
    【識別番号】 390029805  
    【氏名又は名称】 THK株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100114498  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 井出 哲郎  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100082739  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 成瀬 勝夫  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100087343  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 中村 智廣  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100108925  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 青谷 一雄  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 82727  
    【出願日】 平成15年 3月25日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 125819  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0001208

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項1】

固定ベース部とこの固定ベース部から立設された一对の側壁部を有すると共に、これら固定ベース部及び側壁部によって囲まれた案内通路を備えてチャンネル状に形成され、各側壁部には前記案内通路に面したボール転動溝が形成された軌道レールと、

前記ボール転動溝を転動する多数のボールを備えると共にこれらボールが循環する無限循環路を備え、これらボールを介して前記軌道レールの一对の側壁の間に組み付けられて前記軌道レールの案内通路内を自在に往復動するテーブル構造体と、

前記軌道レールの長手方向に沿ってN極及びS極が交互に配列されると共に、かかる軌道レールに固定された界磁マグネットと、

この界磁マグネットと対向するように前記テーブル構造体に装着され、かかる界磁マグネットと相まってリニアモータを構成し、前記テーブル構造体に対して軌道レールの長手方向に沿った推力又はブレーキ力を及ぼす電機子と、

を備えたりニアモータアクチュエータにおいて、

前記テーブル構造体は、前記ボールの無限循環路を備えると共に前記軌道レールの案内通路内を前後しながら移動する一对のスライダと、これらスライダを所定の間隔において相互に連結すると共に可動体の取付面が形成された結合天板と、を備え、

前記電機子は、一对のスライダの間において前記結合天板に固定されて軌道レールの案内通路内に位置すると共に、前記軌道レールの長手方向に沿って所定のピッチで複数のスロット及び歯が形成された櫛歯状の電機子コアと、前記スロットを埋めるようにして前記電機子コアの歯に巻き回されたコイルと、を備え、更に、

前記界磁マグネットは前記軌道レールの固定ベース部をヨークとし、前記結合天板に固定された電機子コアと対向する位置に配設されていることを特徴とするリニアモータアクチュエータ。

## 【請求項2】

前記電機子は結合天板に対して直接固定される一方、前記スライダは断熱材を介して前記結合天板に固定されていることを特徴とする請求項1記載のリニアモータアクチュエータ。

## 【請求項3】

前記結合天板にはテーブル構造体の移動方向に沿った放熱フィンが立設されていることを特徴とする請求項1又は2記載のリニアモータアクチュエータ。

## 【請求項4】

前記軌道レールの長手方向と直交する方向における界磁マグネットの幅は、同一方向における前記電機子コアの幅と同一であることを特徴とする請求項1記載のリニアモータアクチュエータ。

## 【請求項5】

前記軌道レールの固定ベース部には前記ボール転動溝と平行に凹溝が形成され、前記界磁マグネットはこの凹溝内に固定されていることを特徴とする請求項1記載のリニアモータアクチュエータ。

## 【請求項6】

前記スライダには、前記軌道レールの固定ベース部と対向する面に、前記界磁マグネットの幅以上の幅で拡開する凹所が形成されていることを特徴とする請求項1記載のリニアモータアクチュエータ。

## 【請求項7】

前記スライダには、前記軌道レールの固定ベース部と対抗する面に対し、前記界磁マグネットの磁極の配設ピッチ $\lambda$ の $1/4$ 周期の $n$ 倍 ( $n$ :整数)のピッチでスロット及び歯が形成され、かかる面は全体として櫛歯状をなしていることを特徴とする請求項1記載のリニアモータアクチュエータ。

## 【請求項8】

前記スライダを前記結合天板に固定するための固定手段は、かかる結合天板に対するスラ

イダの固定位置を前記ケーブル構造体の移動方向に沿って自在に変更し得ることを特徴とする請求項 7 記載のリニアモータアクチュエータ。

【請求項 9】

前記電機子コアの歯の先端面は曲面状に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のリニアモータアクチュエータ。

【請求項 1 0】

前記軌道レールの固定ベース上に配列された複数の界磁マグネットに関し、互いに隣接する界磁マグネットの境界は軌道レールの幅方向に対して所定の角度で傾斜していることを特徴とする請求項 1 記載のリニアモータアクチュエータ。

【書類名】明細書

【発明の名称】リニアモータアクチュエータ

【技術分野】

【0001】

本発明は、リニアガイドを用いてテーブル等の可動体をベッド等の固定部に対して往復動自在に支持すると共に、リニアモータの発生する推力及びブレーキ力を用いて前記可動体を固定部に対して繰り返し位置決めすることが可能なリニアモータアクチュエータに係り、詳細には、前記リニアモータとリニアガイドをコンパクトに一体化するための改良に関する。

【背景技術】

【0002】

【特許文献1】特開平10-290560号公報

【特許文献2】特開平5-227799号公報

【特許文献3】特開2001-25229号公報

【0003】

テーブル等の可動体に対して直線運動を与えると共に、かかる可動体を所定の位置に停止させるリニアアクチュエータは、工作機械の各種テーブル、産業用ロボットの走行部、各種搬送装置等に多用されている。従来、この種のリニアアクチュエータにおいて前記可動体に推力及びブレーキ力を与える駆動手段としては、ボールねじを用いてモータの回転を直線運動に変換するように構成したものや、一對のプーリに架け回された無端状のタイミングベルトを用いてモータの回転を直線運動に変換するように構成したものが知られているが、近年においては前記駆動手段としてリニアモータを用いたアクチュエータ、すなわちリニアモータアクチュエータが種々登場している。

【0004】

最も一般的なリニアモータアクチュエータとしては、ベッドやコラム等の固定部上に一對のリニアガイドを用いて前記可動体を往復動自在に支承すると共に、リニアモータを構成する固定子及び可動子を互いに対向するようにして固定部及び可動体に夫々取り付けられたものが知られている（特開平10-290560号公報等）。具体的には、前記固定部に対してリニアガイドの軌道レールを配設すると共に該軌道レールと平行にリニアモータの固定子を取り付ける一方、前記可動体にはリニアガイドのスライダ及びリニアモータの可動子を取り付け、可動体側のスライダを軌道レールに組み付けることによって前記可動体を固定部上で往復動自在に支承すると共に、固定部側の固定子と可動体側の可動子とを互いに対向させるようにしている。

【0005】

リニアモータアクチュエータでは、可動体の移動精度を確保するためにリニアガイドの軌道レールとリニアモータの固定子との平行度が重要であり、また、充分な推力を発揮させるためにはリニアモータの固定子と可動子とを所定のエアギャップで対向させることも重要である。しかし、前述の如くりニアガイドとリニアモータが全く分離したリニアモータアクチュエータは、これらの点を考慮して組み立てるのが大変困難であり、しかも手間の係る作業であった。

【0006】

また、リニアモータとして代表的なものは、永久磁石を用いた界磁マグネットとコイルが巻かれた電機子から構成される所謂同期モータであるが、この同期モータとしては、電機子に磁性体から形成されたコアを有するコア付きタイプと、かかるコアを具備しないコアレスタイプとが存在する。大きな推力を得るという観点からすればコア付きタイプが有用であるが、かかるコアが存在することから、電機子に電流を通電していない場合であっても、電機子と界磁マグネットとの間に推力の数倍に相当する磁気吸引力が作用している。このため、コア付きタイプのリニアモータを採用する場合、前述の組立作業は益々困難である。

【0007】

一方、リニアガイドとリニアモータが一体化したリニアモータアクチュエータとしては、特開平5-227729号公報や特開2001-25229号公報に開示されるものが公知である。前者の特開平5-227729号に開示されるリニアモータアクチュエータでは、軌道レールに対して長手方向に沿った凹溝を形成すると共に、この凹溝内に電機子を収容しており、スライダは前記軌道レールを跨ぐサドル状に形成されている。かかるスライダには軌道レール側の電機子と対向する位置に界磁マグネットが固定されており、前記電機子に電流を通電すると、フレミングの左手の法則によって界磁マグネットを搭載したスライダに推力が作用し、かかるスライダが軌道レールに沿って移動するようになっている。すなわち、このリニアアクチュエータは界磁マグネットを可動子とする可動磁石型のリニアモータアクチュエータである。

#### 【0008】

しかし、可動磁石型のリニアモータアクチュエータでは、軌道レールの全長にわたって電機子を設ける必要があり、また、アクチュエータの分解能を高精度に設定するためには、電機子コイルを細分化する必要があり、スライダのストローク長を長く設定した際に、電機子コイルの製作に手間がかかり、しかもコストが高むといった不具合がある。

#### 【0009】

反対に、後者の特開2001-25229号公報に開示されるリニアモータアクチュエータは電機子がスライダと共に移動する所謂可動コイル型である。すなわち、界磁マグネットはリニアガイドの軌道レールに対して直接固定される一方、電機子はスライダに搭載されており、電機子に電流を通電して電機子コイルを励磁すると、かかる電機子を搭載したスライダが軌道レールに沿って移動する。

#### 【0010】

しかし、このリニアモータアクチュエータでは、電機子及び界磁マグネットが夫々リニアガイドのスライダ及び軌道レールに固定はされているものの、軌道レールやスライダに内蔵されることなく外部に固定されており、アクチュエータそのものが大型化してしまうといった不具合があった。また、輸送作業やベッド等の固定部への取付作業の際に、界磁マグネットや電機子を周辺機器に接触させて破損させてしまう危険性もある。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

本発明はこのような問題点に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、テーブル等の可動体に対して大きな推力を与えることができると共に、リニアガイドとリニアモータとが一体に組合わさってコンパクトに構成されており、安価に製作し得ると共に取り扱いも容易なりニアモータアクチュエータを提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

かかる目的を達成する本発明のリニアモータアクチュエータは、固定ベース部とこの固定ベース部から立設された一对の側壁部を有すると共に、これら固定ベース部及び側壁部によって囲まれた案内通路を備えてチャンネル状に形成され、各側壁部には前記案内通路に面したボール転動溝が形成された軌道レールと、前記ボール転動溝を転動する多数のボールを備えると共にこれらボールが循環する無限循環路を備え、これらボールを介して前記軌道レール的一对の側壁の間に組み付けられて前記軌道レールの案内通路内を自在に移動するテーブル構造体と、前記軌道レールの長手方向に沿ってN極及びS極が交互に配列されると共に、かかる軌道レールに固定された界磁マグネットと、この界磁マグネットと対向するように前記テーブル構造体に装着され、かかる界磁マグネットと相まってリニアモータを構成し、前記テーブル構造体に対して軌道レールの長手方向に沿った推力又はブレーキ力を及ぼす電機子とを備えている。

#### 【0013】

前記テーブル構造体は、前記ボールの無限循環路を備えると共に前記軌道レールの案内通路内を前後しながら移動する一对のスライダと、これらスライダを所定の間隔において

相互に連結すると共に可動体の取付面が形成された結合天板とを備えている。一对のスライダは間隔を空けて前記結合天板で連結されるので、軌道レールの案内通路内にはこれらスライダの間に空間が形成されることになるが、この空間は前記電機子の収容空間として機能する。また、前記電機子は、一对のスライダの間において前記結合天板に固定されて軌道レールの案内通路内に位置すると共に、前記軌道レールの長手方向に沿って所定のピッチで複数のスロット及び歯が形成された櫛歯状の電機子コアと、前記スロットを埋めるようにして前記電機子コアの歯に巻き回されたコイルとを備えている。すなわち、前記電機子は結合天板から吊り下げられるようにして軌道レールの案内通路内に配置されており、換言すれば、一对のスライダを連結する結合天板が前記案内通路の蓋となり、電機子を案内通路内に密閉したような構造となっている。すなわち、本発明ではリニアモータを構成する電機子が完全に軌道レールの案内通路内に収容されており、かかる電機子が外部に対して一切露呈しない構造を採用している。また、この電機子と相まってリニアモータを構成する界磁マグネットは、前記軌道レールの固定ベース部をヨークとし、軌道レールの案内通路内に収容された電機子コアと対向する位置に配設されている。このことから、本発明のリニアモータアクチュエータでは、リニアモータを構成する電機子及び界磁マグネットが、リニアガイドを構成するテーブル構造体及び軌道レールと完全に一体化されており、しかもリニアガイドの内部に総て収まっているので、極めてコンパクトに構成されている。また、リニアモータがチャンネル状に形成された軌道レールの外部に露呈することがないので、輸送作業や取付作業における取り扱いが極めて容易である。

#### 【0014】

また、前記電機子はテーブル構造体の結合天板に対して直接固定される一方、界磁マグネットも軌道レールの固定ベース部に配設するのみであり、これらをテーブル構造体や軌道レールに取り付けるための特別なブラケット等を一切必要としないことから、極めて安価に製作し得るものである。

#### 【0015】

更に、本発明のリニアモータアクチュエータでは、結合電板の長さを適宜変更することにより、一对のスライダの間隔を任意に設定することができるので、使用用途に照らしてテーブル構造体に要求される推力を確保すべく、軌道レールの長手方向における電機子のセット数を適宜変更することが可能であり、テーブル構造体の推力の過不足に対して柔軟に対応することが可能となる。

#### 【0016】

テーブル構造体に与える推力及びブレーキ力を十分に確保するため、前記電機子は磁性体からなる電機子コアを備えている。この電機子コアには軌道レールの長手方向、換言すればテーブル構造体の移動方向に沿って所定のピッチで複数のスロット及び歯が交互に形成されているが、これら歯の形成ピッチの一例としては、界磁マグネットにおける磁極の繰返し周期を $\lambda$ とした場合、 $\lambda n/4$  ( $n$ :整数)に設定することが考えられる。

#### 【0017】

一方、前記テーブル構造体を構成する一对のスライダは軌道レールの案内通路内を移動しながらテーブル等の可動体を支持するため、大きな剛性を有していることが必要であり、通常は軸受鋼等の金属材料によって形成されている。このため、界磁マグネットを軌道レールの案内通路に面するように設けると、かかる界磁マグネットの磁力がスライダに作用してしまい、前記案内通路内でスライダを移動させた際に、該スライダの移動に対して断続的な抵抗が作用してしまう。これはコギングと呼ばれる現象であり、界磁マグネットに配列されている複数の磁極とスライダとの位置関係を原因として発生する。このコギングの影響が大きいと、テーブル構造体の移動速度や加速度が変動し、軌道レール上におけるテーブル構造体の停止位置精度にも影響が生じることから、かかるコギングは極力小さいことが必要である。従って、かかる観点からすれば、前記スライダの下面、すなわち前記軌道レールの固定ベース部と対抗する面には、かかるスライダの移動方向に沿って複数のスロット及び歯を交互に形成し、かかる面を全体として櫛歯状に形成するのが好ましい。このようなスロット及び歯をスライダに形成すれば、その形成ピッチを調整することで



、界磁マグネットがスライダをその移動方向へ吸引する磁力を、完全ではないにしても略キャンセルすることが可能となり、コギングの発生を低減することができるものである。

#### 【0018】

このとき、スライダに対するスロット及び歯の形成ピッチは適宜調整して差し支えないが、電機子コアに形成されたスロット及び歯の形成ピッチもコギングを抑えるように形成されていることから、前記スライダのスロット及び歯の形成ピッチも電機子コアのスロット及び歯の形成ピッチと同様に、 $\lambda n/4$  ( $n$ : 整数) に設定するのが良く、また、電機子コアの歯と幅方向へ隣接させるのが好ましい。

#### 【0019】

また、電機子コアにおけるスロット及び歯の形成ピッチを $\lambda n/4$  ( $n$ : 整数) に設定しても、かかる電機子コアと界磁マグネットとの位置関係から生じるコギングを完全には排除することができない。加えて、前述したように、スライダそのものも界磁マグネットとの位置関係からコギングを生じている。従って、かかる観点からすれば、電機子をテーブル構造体の結合天板に固定するための固定手段は、かかる結合天板に対する電機子の固定位置をテーブル構造体の移動方向に沿って自在に変更し得るものであることが好ましい。このように構成すれば、結合天板に対する電機子の固定位置をテーブル構造体の移動方向に沿って微調整することにより、スライダを原因として発生するコギングと電機子コアを原因として発生するコギングとが互いに打ち消し合う固定位置を見出すことが可能となり、そのような位置で電機子を結合天板に固定することにより、リニアモータをリニアガイドに組み込んだ際に生じるコギングを略完全に解消することが可能となる。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

以上説明してきたように、本発明のリニアモータアクチュエータによれば、リニアモータを構成する電機子及び界磁マグネットがリニアガイドを構成するスライダ及び軌道レールと完全に一体化され、リニアガイドの内部に総て収まっているので、極めてコンパクトに構成されており、しかもリニアモータがチャンネル状に形成された軌道レールの外部に露呈することがないので、輸送作業や取付作業における取り扱いが極めて容易である。また、前記電機子はテーブル構造体の結合天板に対して直接固定される一方、界磁マグネットも軌道レールの固定ベース部上に配設するのみであり、これらをテーブル構造体や軌道レールに取り付けるための特別なブラケット等を一切必要としないことから、極めて安価に製作することが可能である。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0021】

以下、添付図面に沿って本発明のリニアモータアクチュエータを詳細に説明する。

図1は本発明を適用したリニアモータアクチュエータの第1実施例を示すものである。このリニアモータアクチュエータは、チャンネル状に形成された軌道レール1と、制御対象である可動体を搭載すると共に前記軌道レール1に沿って移動自在なテーブル構造体3と、前記軌道レール1に配設された磁界マグネット4と、前記テーブル構造体3に搭載されると共に前記磁界マグネット4と相まってリニアモータを構成する電機子5とから構成されており、前記テーブル構造体3に搭載された電機子5を励磁することによって該テーブル構造体3を軌道レール1に沿って推進し、所定の位置に停止させることができるように構成されている。

#### 【0022】

前記軌道レール1は図示外のボルトによってベッド等の固定部に取り付けられる固定ベース部10を有すると共に、この固定ベース部10から立ち上がった一对の側壁部11、11を有し、これら固定ベース部10及び側壁部11によって囲まれた空間が凹溝状の案内通路12となっている。前記テーブル構造体3はこの案内通路12に沿って往復動する。また、案内通路12に面した各側壁部11の内側面には上下に2条のボールの転動溝13が形成されており、このボール転動溝13は軌道レール1の長手方向(紙面垂直方向)に沿って形成されている。

## 【0023】

一方、前記テーブル構造体3は、前記軌道レールの案内通路内に配置されると共にこの案内通路内を自在に往復動する一対のスライダ3a、3bと、これらスライダ3a、3bを所定の間隔をおいて相互に連結する結合天板3cとから構成されている。かかる結合天板3cは長辺を軌道レール1の長手方向に合致させた略長形状に形成されており、長手方向の両端部には軌道レール1の案内通路12内に位置しているスライダ3a、3bが夫々固定される一方、結合天板3cそれ自体は前記スライダ3a、3bに搭載されて軌道レール1の案内通路12の外側に位置している。また、前記結合天板3cに固定された一対のスライダ3a、3bの間には前記電機子5が設けられており、かかる電機子5は結合天板3cから吊り下げられて軌道レール1の案内通路12内に位置している。

## 【0024】

図2は前記軌道レール1及びスライダ3a、3bの断面図を示すものである。前記スライダ3a、3bは略矩形状に形成されて、軌道レール1の案内通路12内に配置されているが、少なくとも一部が軌道レール1の案内通路12から外部へ突出しており、軌道レール1の側壁部11の上端よりも上方に位置する頂面には前記結合天板3cの取付面33が形成されている。このスライダ3a、3bはボール6が循環する無限循環路を左右二列ずつ、計四列備えており、各無限循環路が軌道レール1の側壁部11に形成されたボール転動溝13に対応している。

## 【0025】

図3は前記スライダのボール無限循環路を示す平面図である。前記スライダ3a、3bは、軸受鋼等の金属ブロックからなるベアリングレース34と、前記スライダ3の移動方向に関してベアリングレース34の前後両端面に固定される一対の合成樹脂製エンドキャップ35とから構成されている。各無限循環路は、前記ベアリングレース34の外側面に形成された負荷転動溝36と、この負荷転動溝36と平行にベアリングレース34に形成されたボール戻し孔37と、前記エンドキャップ35に形成されたU字状の方向転換路38とから構成されており、多数のボール6が荷重を負荷しながら軌道レール1のボール転動溝13とベアリングレース34の負荷転動溝36との間を転動するように構成されている。また、負荷転動溝36を転走し終えたボール6は一方のエンドキャップ35の方向転換路38に進入して荷重から解放された後、無負荷状態でボール戻し孔37を転動し、更に他方のエンドキャップ35の方向転換路38を転動することにより、再度ベアリングレース34の負荷転動溝36へ循環するようになっている。尚、ボール戻し孔37を無負荷状態のボール6が転動すると、かかるボール戻し孔37の内周面とボール6とが接触し、騒音が発生してしまうことから、ボール戻し孔37の内周面は合成樹脂によって被覆されている。

## 【0026】

上記ボール6は、図4及び図5に示すように、合成樹脂から形成された可撓性のスペーサベルト7に所定の間隔で配置されており、このスペーサベルト7と共にスライダ3a、3bの各無限循環路に組み込まれる。このスペーサベルト7には互いに隣接するボール同士を離隔させるようにして間座部70が設けられており、これらボール6が無限循環路内を循環しながら互いに接触するのを防止している。また、前後する一対の間座部70の間にはボール6の収容孔が形成され、そこにボール6が収容されている。これにより、スライダ3a、3bが軌道レール1の案内通路12内を高速で移動しても、無限循環路内におけるボール同士の接触音が生じないことから、スライダ3a、3bの高速移動に伴う騒音の発生を抑えることができる他、無限循環路内におけるボール6の蛇行が防止され、軌道レール1に対するスライダ3a、3bの円滑な移動、ひいてはテーブル構造体3の円滑な移動が確保されている。

## 【0027】

このように構成されたスライダ3a、3bは、ボール6を介して前記軌道レール1の一対の側壁11、11の間に挟み込まれるようにして該軌道レール1の案内通路12内に配置されており、ボール6が軌道レール1のボール転動溝13を転動することで、かかる軌

道レール 1 の長手方向に沿って自在に往復動することができるようになっている。このとき、軌道レール 1 は案内通路 12 を取り囲むようにしてチャンネル状に形成されていることから極めて剛性が高く、また、前記テーブル構造体 3 も一对のスライダ 3 a, 3 b によって案内されていることから軌道レール 1 に対して高い剛性を備えており、かかるテーブル構造体 3 を軌道レール 1 に沿って高精度に往復動させることができるものである。

#### 【0028】

次に、リニアモータを構成する界磁マグネット及び電機子について説明する。

前記界磁マグネット 4 は、図 1 に示されるように、軌道レール 1 の固定ベース 10 上に配設され、前記スライダ 3 a, 3 b が往復動する案内通路 12 に面している。すなわち、かかる固定ベース 10 が界磁マグネット 4 のヨークとして機能している。各界磁マグネット 4 は永久磁石からなり、軌道レール 1 の長手方向に沿って N 極及び S 極が所定のピッチで交互に配列されている。これら界磁マグネット 4 は軌道レール 1 の案内通路 12 内におけるスライダ 3 a, 3 b の移動方向と平行に配列されている必要があり、このことから軌道レール 1 の固定ベース 10 上にはボール転動溝 13 と平行に凹溝 14 が形成され、前記界磁マグネット 4 はこの凹溝 14 に嵌まり込むようにして軌道レール 1 に固定されている。

#### 【0029】

一方、図 6 は、テーブル構造体に取り付けられた電機子 5 と前記界磁マグネット 4 との位置関係を軌道レール 1 の長手方向に沿って示した縦断面図である。かかる電機子 5 は、前記結合天板 3 c に対してボルト 39 で固定される電機子コア 50 と、この電機子コア 50 に巻き回されたコイル 51 とから構成されている。前記電機子コア 50 には軌道レール 1 の長手方向に沿って所定のピッチで複数のスロットが形成されており、全体として櫛歯状に形成されている。この電機子コア 50 には前後にスロットが形成された歯 52 が 12 本形成されており、前記コイル 51 は各スロットを埋めるようにして電機子コア 50 の各歯 52 に巻き回されている。これら 12 本の歯 52 に対し、前記コイル 51 は ( $u_1$ ,  $u_2$ ,  $u_3$ ,  $u_4$ )、( $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$ ,  $v_4$ )、( $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$ ,  $w_4$ ) の 3 相に巻かれており、これら 3 相のコイル 51 を励磁することにより、電機子 5 と界磁マグネット 4 との間に吸引磁力及び反発磁力が発生し、前記電機子 5 を搭載したテーブル構造体 3 に対して軌道レール 1 の長手方向に沿った推力又はブレーキ力を作用させることができるようになっている。

#### 【0030】

3 相に巻かれたコイル 51 に対する印加電流は軌道レール 1 の外側に取り付けられた位置検出装置 8 の検出信号に基づいて決定される (図 2 参照)。軌道レール 1 の側壁部 11 の外側面には所定のピッチでラダーパターンが繰り返し描かれたリニアスケール 80 が固定される一方、テーブル構造体 3 の結合天板 3 c には前記リニアスケール 80 のラダーパターンを光学的に読み取るエンコーダ 81 が固定されている。各相のコイル 51 に対する印加電流を決定する制御機は、かかるエンコーダ 81 の出力信号に基づいてスライダ 3 の現在位置、現在速度を把握し、目標位置と現在位置との差、設定速度と現在速度との差に応じたモータ電流を発生させ、各相のコイル 51 に対して通電する。

#### 【0031】

リニアモータによって大きな推力を発生させるためには、界磁マグネット 4 から発せられる磁束の総てを電機子 5 に対して作用させることが重要であり、換言すれば、電機子 5 に作用することなく周囲に散逸する所謂漏れ磁束を少なくすることが重要である。このことから、本実施例のリニアモータでは、図 7 に示すように、軌道レール 1 の長手方向と直交する方向における界磁マグネット 4 の幅  $a$  を、同一方向における電機子コア 50 の幅と同一に設定している。また、電機子コア 50 の歯 52 の先端と界磁マグネット 4 との距離  $d$  を 0.9 mm 程度に設定している。電機子 5 と界磁マグネット 4 とが接触することは避けなければならないので、前記距離  $d$  は、テーブル構造体 3 に対して下向きのラジアル荷重が作用した際の該スライダ 3 a, 3 b の最大変位量に基づいて決定することになる。これにより、界磁マグネット 4 の磁束が周囲に漏れることなく電機子コア 50 に対して作用

するようにしている。

#### 【0032】

また、電機子5はテーブル構造体3の結合天板3cに固定されており、かかる結合天板3cに対して電機子5で発生した熱エネルギーが流入すると、該結合天板部3cが熱膨張によって変形してしまい、結合天板部3cに固定された電機子5と軌道レール1側の界磁マグネット4との距離dが変動することになる。結合天板3cの熱膨張に起因したこのような不具合を回避するため、前記電機子5は断熱材を介して結合天板3cに固定されており、長時間連続してテーブル構造体3を軌道レール1の案内通路32内で往復動させた場合であっても、電機子5で発生した熱エネルギーが結合天板3cへ流入し難くなっている。

#### 【0033】

このような電機子コア50を備えたりニアモータは大きな推力を容易に得られる反面、コイル51に通電していない状態でも電機子コア50と界磁マグネット4との間に磁力が作用することから、電機子5をテーブル構造体3と共に軌道レール1の長手方向に沿って移動させると、電機子コア50の歯52と界磁マグネット4との位置関係に応じ、テーブル構造体3の移動に対して断続的な抵抗が作用する傾向にある。すなわち、コギングの発生である。このようなコギングがテーブル構造体3の移動に対して作用すると、コイル51を励磁してテーブル構造体3を推進させた際に周期的な速度変動が生じることになり、かかる変動が前記位置検出装置8を介して制御機へフィードバックされるので、テーブル構造体3の移動に対する制御性が悪化してしまう。

#### 【0034】

このことから、本実施例の電機子コア50では長手方向の前後両端にコイルが巻かれていない一対の疑似歯53、53を設けている。このような疑似歯53を設けることにより、電機子コア50を界磁マグネット4の配列方向に移動させた際に生じるコギングは解消若しくは軽減され、テーブル構造体3の制御性は良好なものとなる。このとき、コイル51が巻かれた歯52と疑似歯53との間のスロットの大きさや、疑似歯53そのものの厚みは、界磁マグネット4から電機子コア50に対して作用する磁力の大きさに応じて異なったものとなる。

#### 【0035】

一方、テーブル構造体3のスライダ3a、3bは界磁マグネット4が配列された軌道レール1の固定ベース部10と近接しており、かかるスライダ3a、3bは軸受鋼から形成されたベアリングレース34を具備することから、前述したコギングは界磁マグネット4と電機子コア50との間ばかりでなく、界磁マグネット4とスライダ3a、3bとの間にも生じる。

#### 【0036】

このため、本実施例のスライダ3a、3bでは、ベアリングレース34に対して作用する界磁マグネット4の磁力を弱めるため、かかるベアリングレース34の下面、すなわち固定ベース部10上の界磁マグネット4と対向した面に対して凹所30aを形成し、界磁マグネット4とスライダ3a、3bのベアリングレース34との間に空間を設けるようにした。前記凹所30aは界磁マグネット4の幅以上の幅で拡開しており、これによってベアリングレース34を界磁マグネット4から可及的に遠ざけるように構成した。

#### 【0037】

また、前述した電機子コア50に対するコギング対策と同様の理由から、図8に示すように、テーブル構造体3の各スライダ3a、3bには電機子コア50のスロット及び歯52と同様なスロット54及び歯55を軌道レール1の固定ベース部10と対向して形成した。これらスロット54及び歯55は、前記凹所の両側に配列されている。尚、図8はスライダ3a、3bの底面図であり、歯55の領域とスロット54の領域の凹凸が区別し得ないことから、スロット54の領域にはハッチングを施してある。本来、電機子コア50の歯52はコギングを解消若しくは軽減するような間隔で配列されていることから、電機子コア50の歯52、53と全く同一のピッチでスライダ3a、3bに対しても歯55を形成しておけば、スライダ3a、3bに対して界磁マグネット4の磁力が作用することに

起因したコギングを解消若しくは軽減することが可能となる。

#### 【0038】

また、電機子コア50に起因するコギングとスライダ3a, 3bのベアリング部30に起因するコギングとを相殺させて、テーブル構造体3全体としてのコギングの解消若しくは軽減を図るといった観点からすれば、かかる電機子コア50の結合天板3cに対する取付位置を、テーブル構造体3の移動方向に関して僅かに調整し得るように構成しておくのが良策である。例えば、ボルト39を用いて電機子コア50をテーブル構造体3の結合天板3cへ固定するに当たり、かかる結合天板3cに開設されるボルト39の挿通孔をテーブル構造体3の移動方向に延びる長孔とし、ボルト39の電機子コア50に対する締結を緩めることで、かかる電機子コア50の固定位置をテーブル構造体3の移動方向へ自在に変位可能としておく。あるいは、ボルト20を用いてスライダ3a, 3bをテーブル構造体3の結合天板3cへ固定するに当たり、かかる結合天板3cに開設されるボルト20の挿通孔をテーブル構造体3の移動方向に延びる長孔とし、ボルト20のスライダ3a, 3bに対する締結を緩めることで、これらスライダ3a, 3bの結合天板3に対する固定位置をテーブル構造体3の移動方向へ自在に変位可能としておく。これにより、電機子コア50ばかりでなくテーブル構造体3のスライダ3a, 3bに対してもコギングが発生することを利用して、電機子コア50及びスライダ3a, 3bを含めたテーブル構造体3全体のコギングを解消することが可能となる。

#### 【0039】

図9は本発明を適用したリニアモータアクチュエータの第2実施例を示すものであり、スライダ3a(3b)を軌道レール1の長手方向と直交する方向に切断した断面図を示している。この第2実施例では、軌道レール1、スライダ3a, 3b、界磁マグネット4及び電機子5の構成は前記第1実施例と全く同じであるが、結合天板2の構造が第1実施例の結合天板3cと異なっている。すなわち、この第2実施例の結合天板2は幅方向の両端部に一对の縦ウェブ20, 20を有しており、この縦ウェブ20に対して可動体の取付面が形成されている。一对の縦ウェブ20, 20の間には凹所が形成されており、かかる凹所には放熱フィン21が等間隔で複数立設されている。また、結合天板2の放熱量を高めるため、かかる結合天板2の裏面側にも放熱フィン21が設けられている。

#### 【0040】

前記結合天板2は熱伝導性に優れたアルミニウム合金で製作されており、そのような結合天板2に対して断熱材を挟むことなく電機子5を直接固定することにより、かかる電機子5で発生した熱エネルギーは結合天板2に流入し、前記放熱フィン21によって周辺雰囲気中に放熱される。各放熱フィン21は軌道レール1内におけるテーブル構造体3の移動方向に沿って立設されており、テーブル構造体3が軌道レール1に沿って往復運動を行うと、互いに隣接する放熱フィン21の間を周辺雰囲気が流動し、その分だけ結合天板2から雰囲気中への放熱が促進されるようになっている。これにより、電機子5において発生した熱エネルギーはそこに蓄積されることなく結合天板2へと連続的に流入し、電機子コア50の昇温を抑えることができるようになっている。その結果、長時間連続してテーブル構造体3を軌道レール1の案内通路12内で往復動させた場合であっても、電機子5における通電抵抗の上昇を抑えることができ、リニアモータの推力が低下するのを防止することができるようになっている。

#### 【0041】

一方、結合天板2からスライダ3a, 3bに対して熱エネルギーが流入してしまうと、ベアリングレース34やボール6の熱膨張を原因として軌道レール1に対するスライダ3a, 3bの摺動抵抗が上昇し、テーブル構造体3の軽い運動が阻害される懸念がある。このため、図9に示すように、結合天板2とスライダ3a, 3bとの間には断熱材22が挟み込まれると共に、固定ボルト23と結合天板2との間にも断熱材24が介装され、熱エネルギーが結合天板2からスライダ3a, 3bに対して流入するのを防止している。

#### 【0042】

尚、図9中において、第1実施例と同じ構成については同一符号を付し、その詳細な説

明は省略する。

【0043】

図10は軌道レール1の固定ベース10上における界磁マグネット4の配列の他の例を示すものである。図1に示した例では界磁マグネット4のN極及びS極を軌道レール1の長手方向に沿って単純に交互に配列しており、これらN極とS極の境界は軌道レール1の幅方向(図2及び図9における紙面左右方向)と平行であった。しかし、図10に示す例では、界磁マグネット4のN極及びS極を平行四辺形として形成し、これらN極及びS極の境界が軌道レール1の幅方向に対して傾斜するように構成した。すなわち電機子コア50の歯52が軌道レール1の長手方向へ進行する際、この歯52に対向する界磁マグネット4の磁極が突然にN極からS極へ、あるいはS極からN極へ変化するのではなく、徐々に変化するように構成されている。図11は、各磁極の境界が軌道レール1の幅方向に平行な場合と、軌道レール1の幅方向に対して傾斜している場合との双方に関し、テーブル構造体3を移動させた時に該テーブル構造体3に作用するコギング力の大きさを計測した結果を示すものである。実線のグラフが前者(図1の例)の結果を、一点鎖線のグラフが後者(図10の例)の結果を示している。これらのグラフから明らかなように、各磁極の境界が軌道レール1の幅方向に対して傾斜している場合の方が、界磁マグネット4と電機子コア50の歯52とのギャップに拘らず、常にコギング力が小さくなっている。従って、速度変化の小さい運動及び高精度の位置決めを欲するのであれば、軌道レール1の固定ベース10上における界磁マグネット4の配列は図10に示すものの方が好ましいと言える。

【0044】

一方、図12は電機子コア50の歯52の先端形状の他の例を示すものである。図6に示した例では、界磁マグネット4と僅かな隙間を介して対向する電機子コア50の歯52の先端面を平面状に形成したが、図12に示す例では、電機子コア50の歯52の先端面を所定曲率半径Rの曲面状に形成した。図13は、電機子コア50の各歯52の先端面が平坦面の場合と、曲面状に形成されている場合との双方に関し、テーブル構造体3を移動させた時に該テーブル構造体3に作用するコギング力の大きさを計測した結果を示すものである。実線のグラフが前者(図6の例)の結果を、一点鎖線のグラフが後者(図12の例)の結果を示している。これらのグラフから明らかなように、電機子コア50の各歯52の先端面が所定の曲率半径で曲面状をなしている場合の方が、界磁マグネット4と電機子コア50とのギャップに拘らず、常にコギング力が小さくなっている。従って、速度変化の小さい運動及び高精度の位置決めを欲するのであれば、電機子コア50の各歯52の先端面は図12に示すように曲面状をなしているのが好ましいと言える。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明を適用したリニアモータアクチュエータの第1実施例を示す斜視図である。

【図2】図1のI-I線断面図である。

【図3】第1実施例に係るリニアモータアクチュエータにおけるボール無限循環路を示した平面断面図である。

【図4】第1実施例に係るリニアモータアクチュエータに使用されているスペーサベルトを示す平面図である。

【図5】第1実施例に係るリニアモータアクチュエータに使用されているスペーサベルトを示す側面図である。

【図6】第1実施例に係る電機子及び界磁マグネットを軌道レールの長手方向に沿って切断した縦断面図である。

【図7】電機子コアと界磁マグネットとの位置関係を示す拡大図である。

【図8】第1実施例に係るスライダを示す底面図である。

【図9】本発明を適用したリニアモータアクチュエータの第2実施例を示す断面図であり、軌道レール内におけるスライダをその移動方向と直交する方向に沿って切断し

た断面図である。

【図 1 0】軌道レール上における界磁マグネットの配列形態の他の例を示す平面図である。

【図 1 1】界磁マグネットの配列形態の違いにおけるコギング力の発生を比較したグラフである。

【図 1 2】電機子コアの歯の先端面の形状の他の例を示す拡大図である。

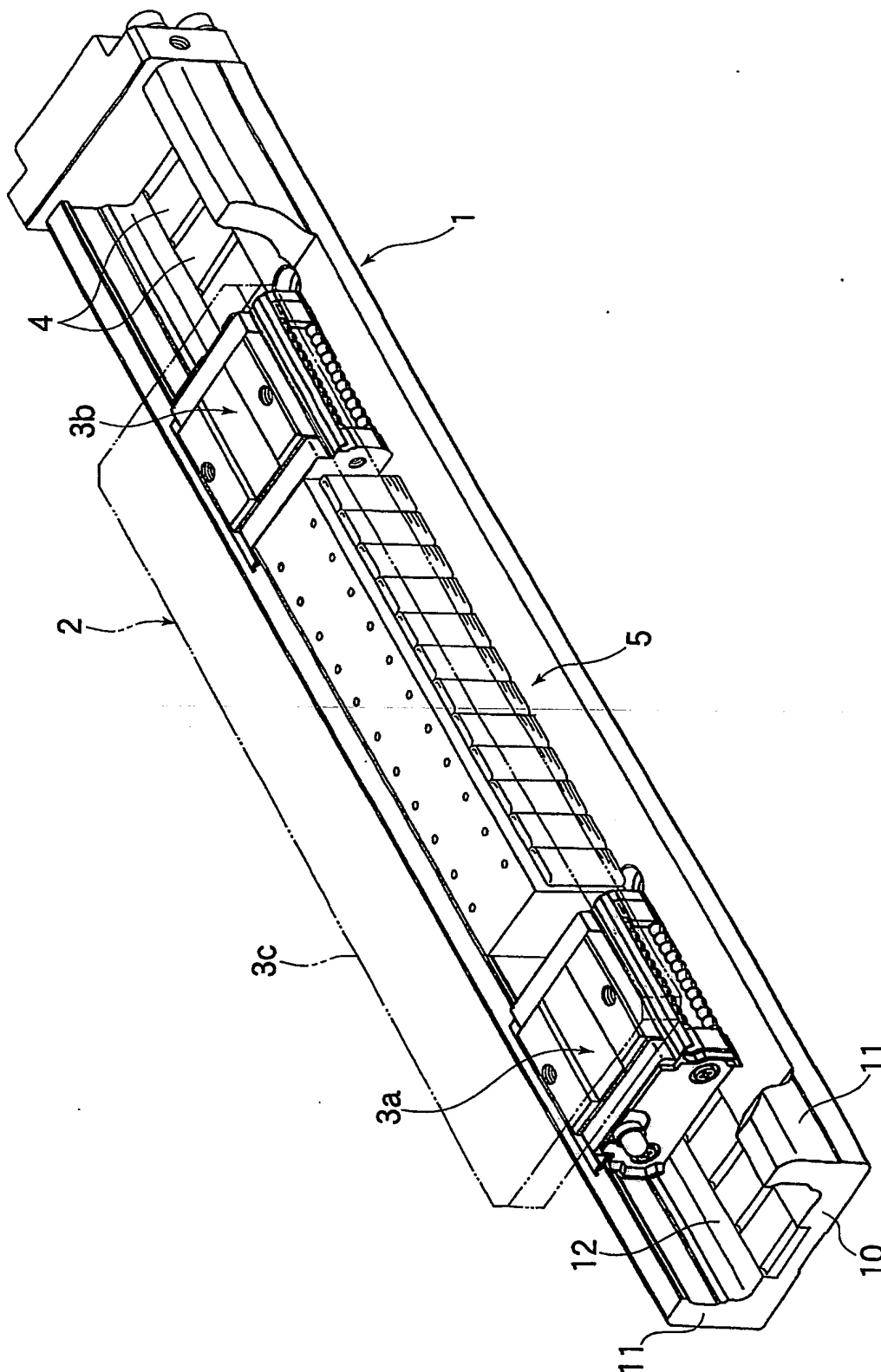
【図 1 3】電機子コアの歯の先端面の形状の違いにおけるコギング力の発生を比較したグラフである。

【符号の説明】

【 0 0 4 6 】

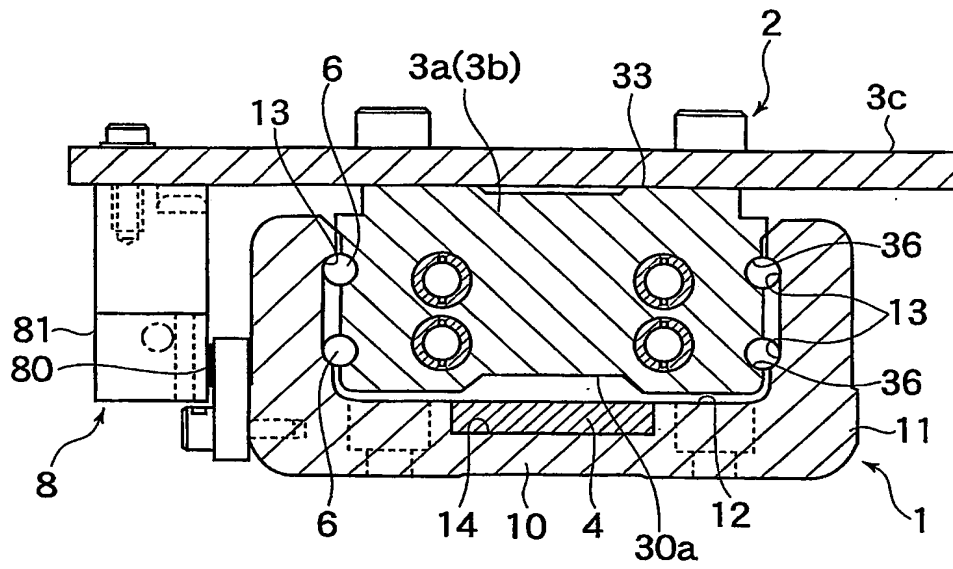
1…軌道レール、2…可動体、3…テーブル構造体、3 a, 3 b…スライダ、3 c…結合天板、4…界磁マグネット、5…電機子、1 0…固定ベース部、1 1…側壁部、3 0…ベアリング部、3 1…天板部、5 0…電機子コア、5 1…コイル、5 2…歯、

【書類名】 図面  
【図 1】

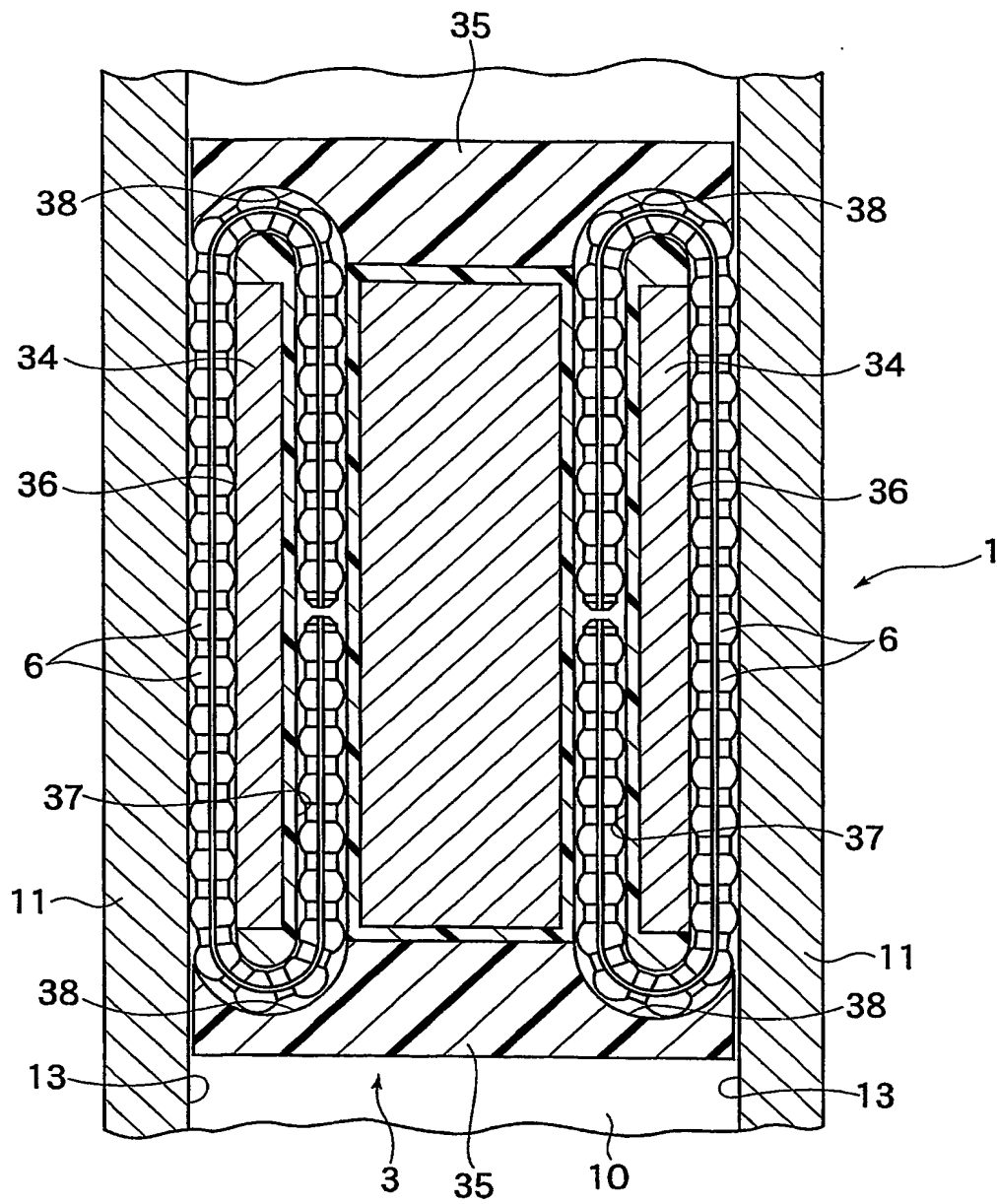




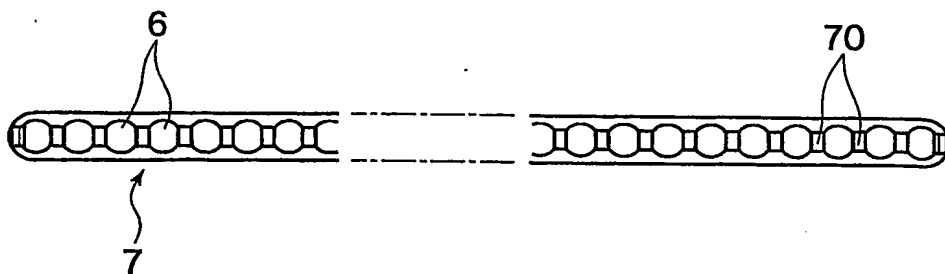
【図 2】



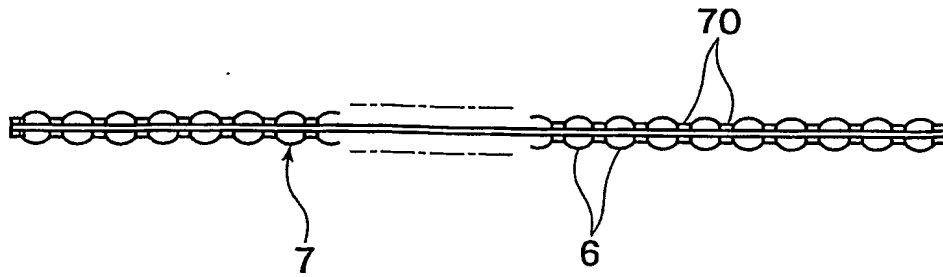
【図 3】



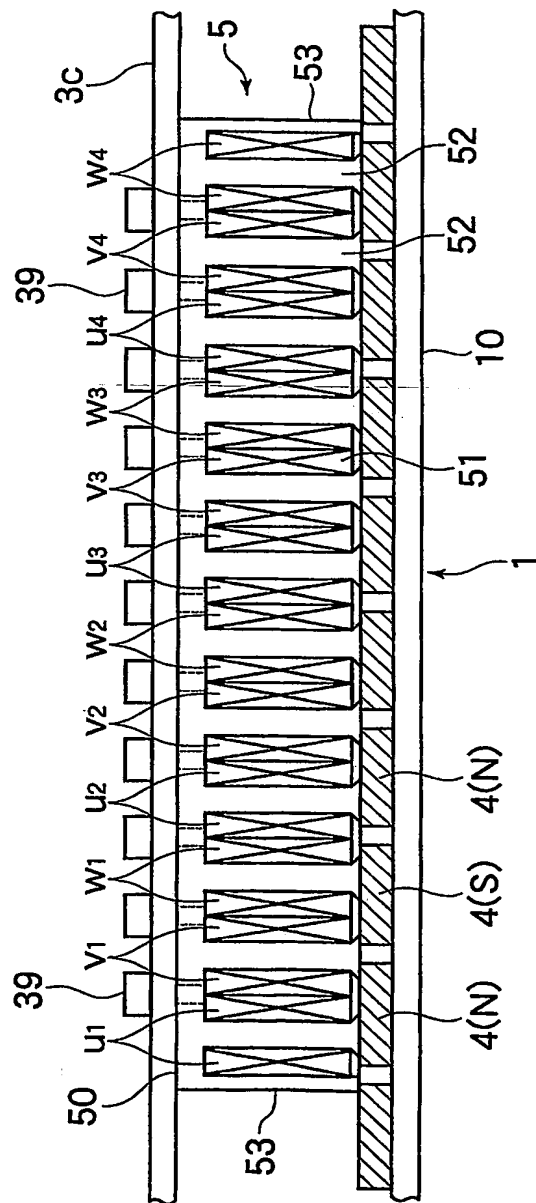
【図 4】



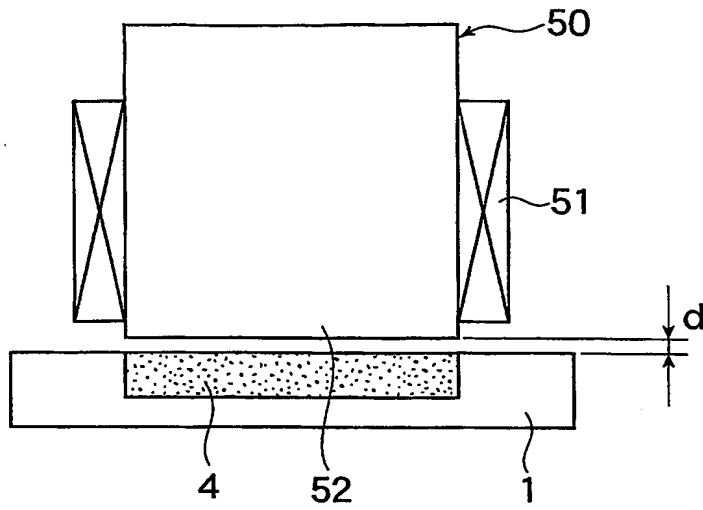
【図 5】



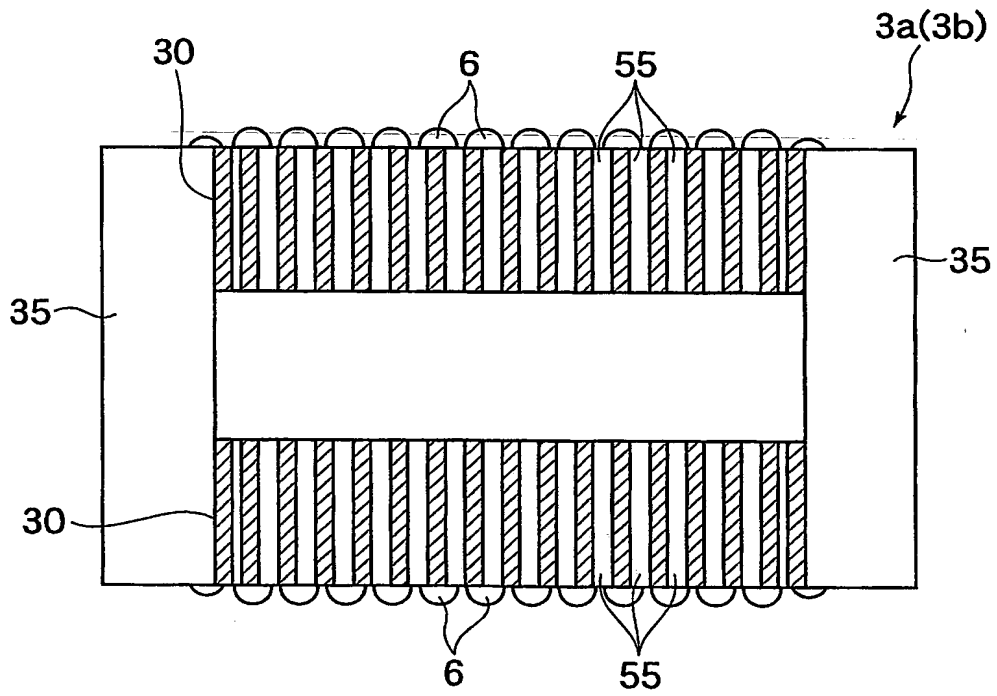
【図 6】



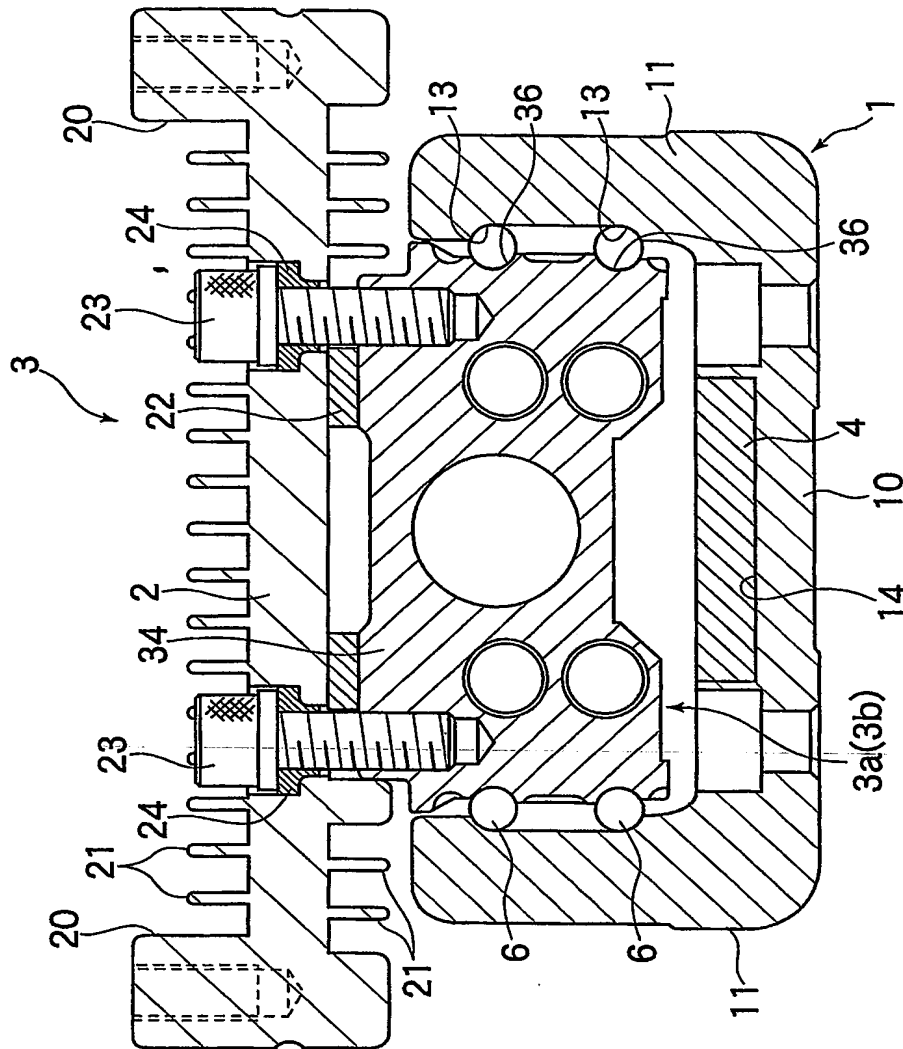
【図 7】



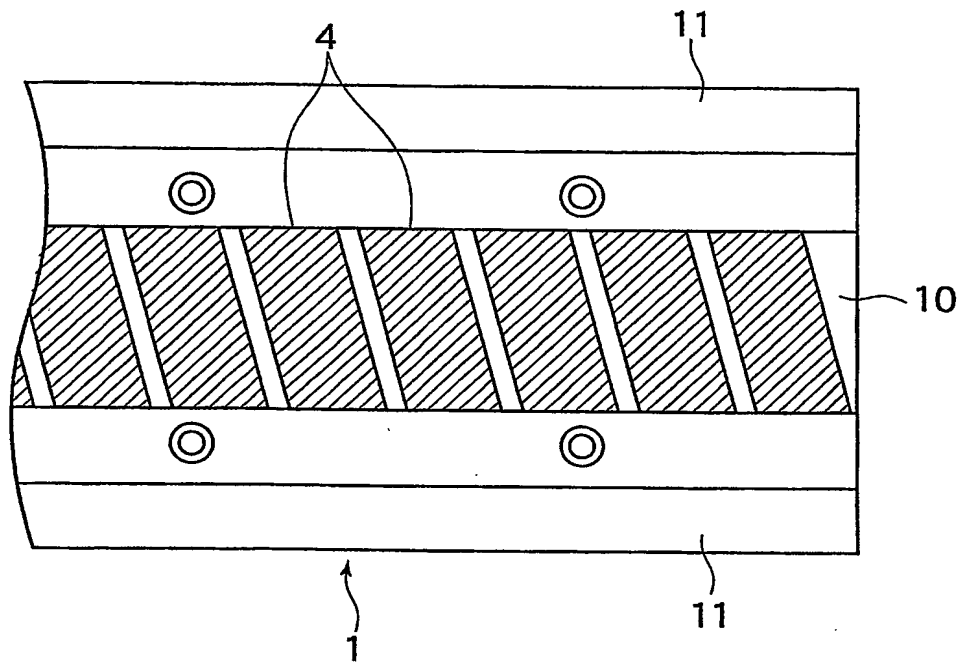
【図 8】



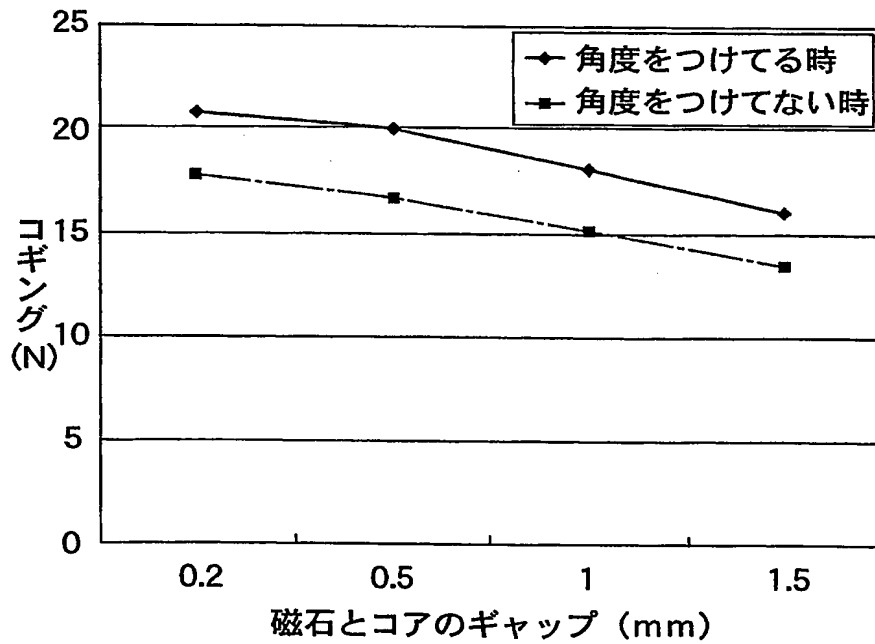
【図 9】



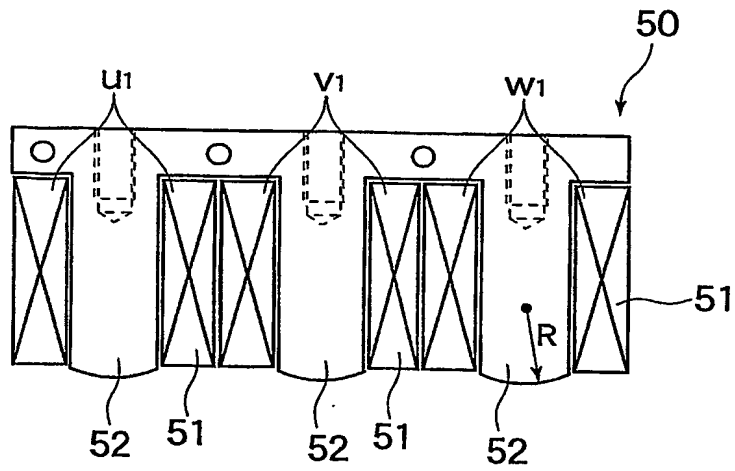
【図10】



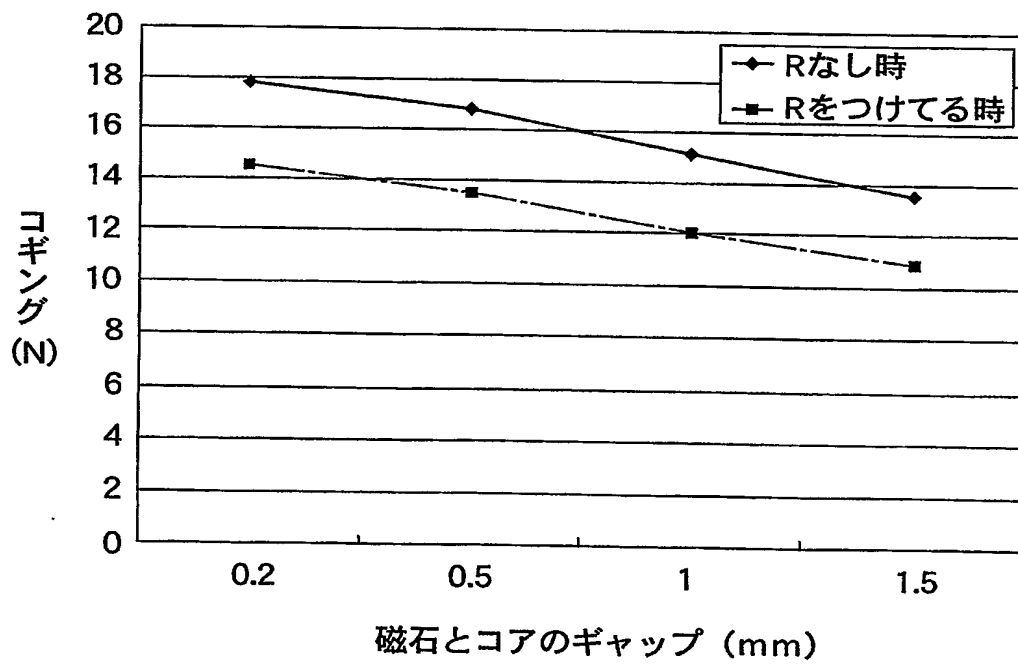
【図11】



【図 12】



【図 13】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

## 【課題】

テーブル等の可動体に対して大きな推力を与えることができると共に、リニアガイドとリニアモータとが一体に組合わさってコンパクトに構成されており、安価に製作し得ると共に取り扱いも容易なリニアモータアクチュエータを提供する。

## 【解決手段】

軌道レールがスライダの案内通路を有してチャンネル状に形成される一方、この案内通路内を移動するテーブル構造体は、前記案内通路内を前後しながら移動する一対のスライダと、これらスライダを所定の間隔をおいて相互に連結すると共に可動体の取付面が形成された結合天板とを備え、一対のスライダの間にはリニアモータを構成する電機子を収容する一方、軌道レールには案内通路に面してリニアモータの界磁マグネットを配置し、リニアモータを構成する電機子及び界磁マグネットがリニアガイドを構成するテーブル構造体及び軌道レールと完全に一体化され、しかもリニアガイドの内部に総て収まるように構成した。

## 【選択図】

図 1



特願 2003-359179

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[390029805]

1. 変更年月日

2002年11月12日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都品川区西五反田3丁目11番6号

氏 名

THK株式会社